

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-010279

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl. H04N 9/07
G06T 1/00
G06T 5/00
H04N 1/60
H04N 1/46
// H04N101:00

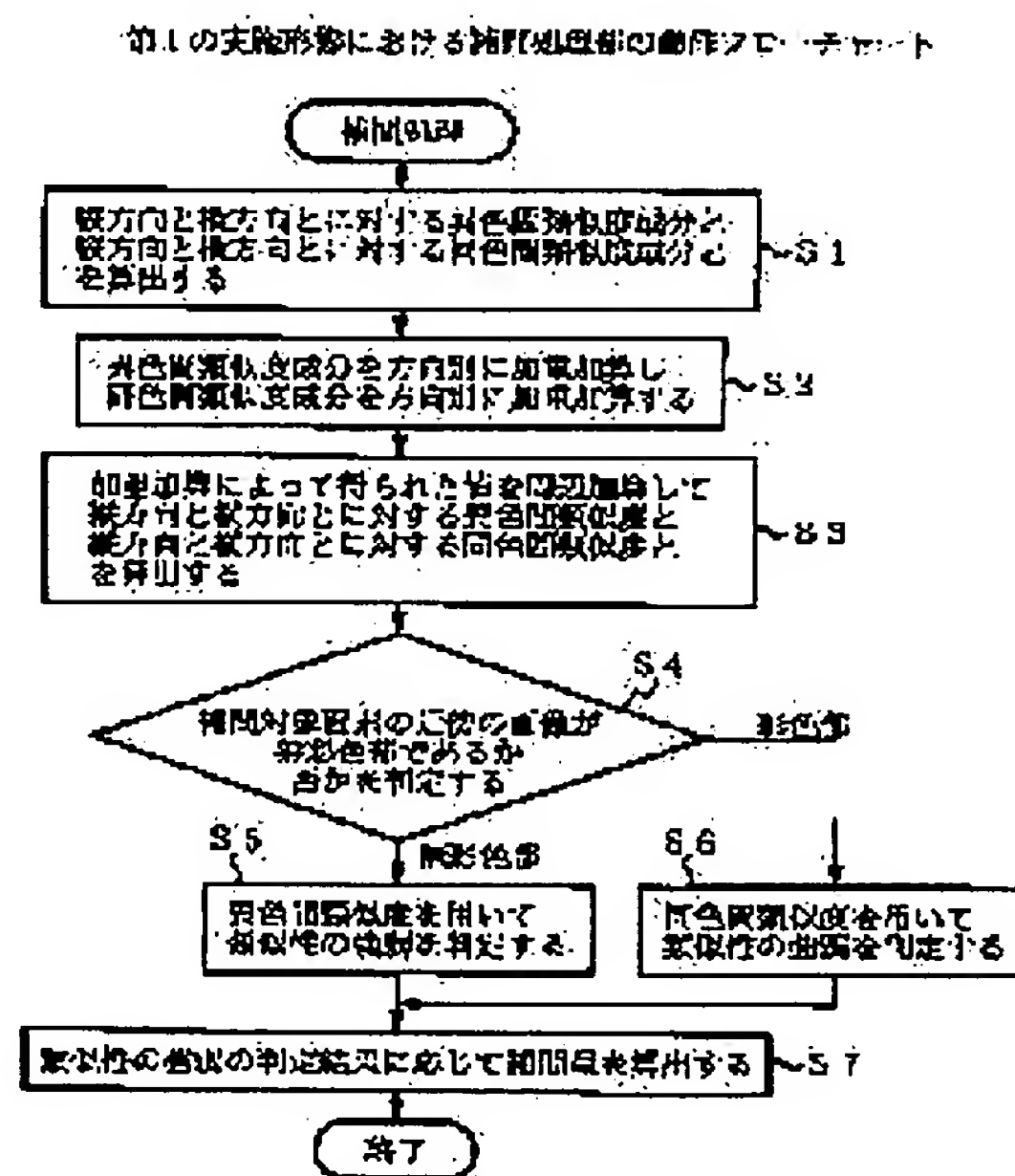
(21)Application number : 2000-186367 (71)Applicant : NIKON CORP
(22)Date of filing : 21.06.2000 (72)Inventor : ISHIGA KENICHI
UTAGAWA TAKESHI

(54) INTERPOLATION PROCESSOR AND RECORDING MEDIUM STORING INTERPOLATION PROCESSING PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To calculate an interpolation amount with high precision by calculating a similarity suitable for judgment whether the similarity is high or low with respect to an interpolation processor which interpolates an amount corresponding to color component to a pixel lacking in the prescribed color component and a recording medium storing an interpolation processing program which makes a computer execute the interpolation program.

SOLUTION: Two kinds of similarities are calculated. One is 'a similarity between different colors which includes a similarity component between different colors consisting of same color information as a pixel to be interpolated and information on the first color component', and the other is 'a similarity between same colors which includes at least either a similarity component between same colors consisting of only color information on the second color component or a similarity component between same colors consisting of only color information on the third color component. Either of the two similarities is switched according to a characteristic of an image in a small area which a pixel to be interpolated belongs to, or



similarities of the pixel to be interpolated at least in two directions are calculated by switching a weighted ratio when weighted addition of each similarity is calculated.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-10279

(P2002-10279A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 N 9/07		H 0 4 N 9/07	C 5 B 0 4 7
			A 5 B 0 5 7
			D 5 C 0 6 5
G 0 6 T 1/00	4 6 0	G 0 6 T 1/00	4 6 0 E 5 C 0 7 7
5/00	1 0 0	5/00	1 0 0 5 C 0 7 9
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-186367(P2000-186367)

(22) 出願日 平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 石賀 健一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 歌川 健

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

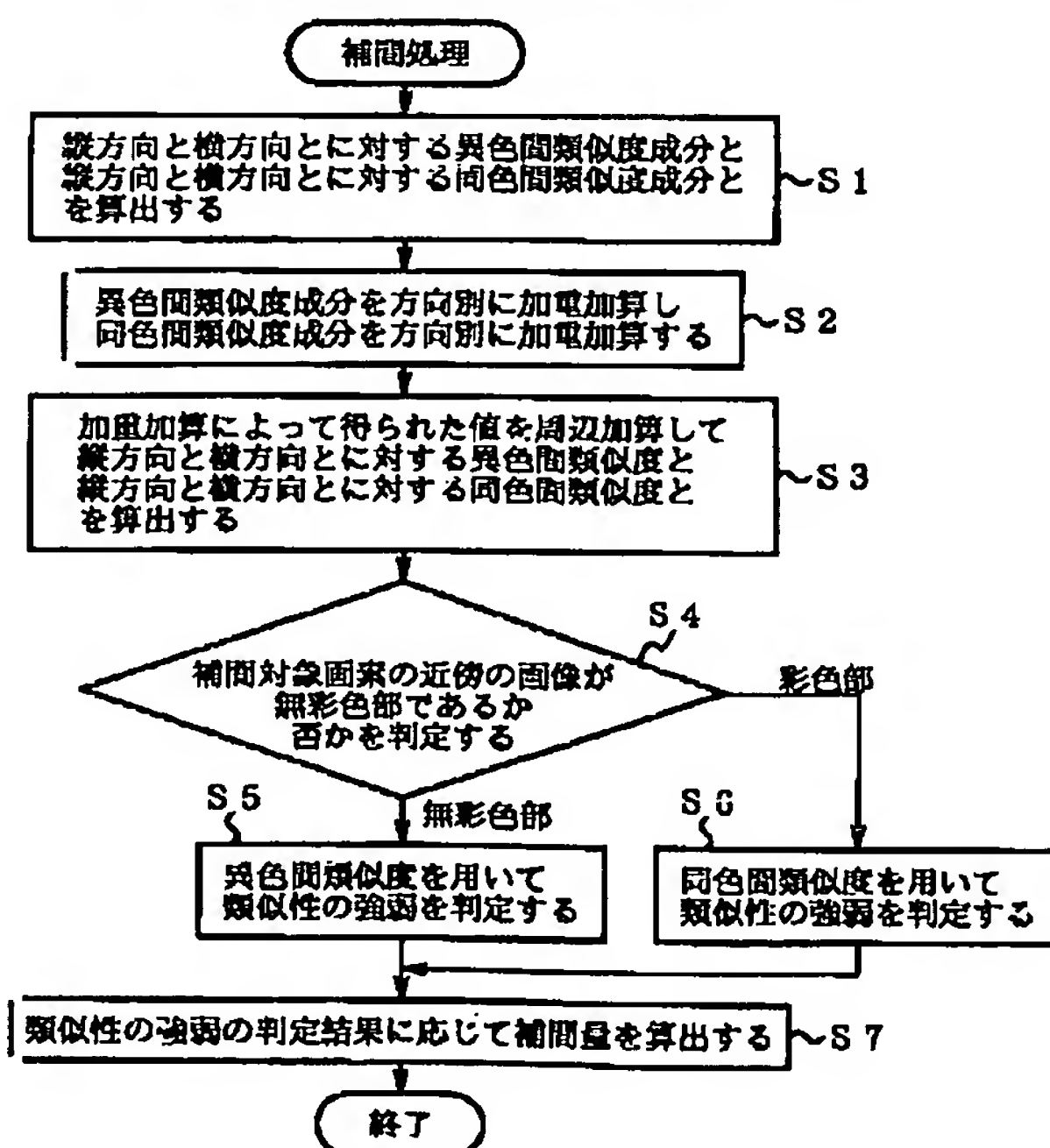
(54) 【発明の名称】 補間処理装置および補間処理プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 所定の色成分が欠落する画素に該色成分に相当する補間量を補う補間処理を行う補間処理装置および該補間処理をコンピュータに実行させる補間処理プログラムを記録した記録媒体に関し、類似性の強弱の判定に適した類似度を算出して高い精度で補間量を算出することを目的とする。

【解決手段】 「補間処理対象の画素と同色の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも一方を含む同色間類似度」との2種類の類似度を算出し、補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度を切り換える、または、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えて補間処理対象の画素の少なくとも2方向に対する類似度を算出する。

第1の実施形態における補間処理部の動作フローチャート



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出し、撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と同色の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも一方の同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする補間処理装置。

【請求項2】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出し、撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と異なる色成分の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする補間処理装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記局所的な領域における画像の特徴として色彩に関す

る情報を用いることを特徴とする補間処理装置。

【請求項4】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出し、撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「異なる色成分の色情報から成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の色彩に関する情報に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする補間処理装置。

【請求項5】 請求項4に記載の補間処理装置において、前記異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出し、複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出し、第1色成分が第2色成分および第3色成分に比べて空間周波数が高い場合、前記類似度算出手段は、(1) 第1色成分の色情報と第2色成分の色情報とから成る異色間類似度成分と、(2) 第1色成分の色情報と第3色成分の色情報とから成る異色間類似度成分との少なくとも一方を含む類似度を異色間類似度とし、(1) 第1色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(2) 第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(3) 第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも1つを含む類似度を同色間類似度とすることを特徴とする補間処理装置。

【請求項6】 請求項3ないし請求項5の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記色彩に関する情報を基準に、前記局所的な領域における画像が無彩色部であるか彩色部であるかを判別し、該局所的な領域における画像が無彩色部である場合には、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として前記異色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加重加算する際の該異色間類似度の加重比率を該同色間類似度の加重比率よりも大きくし、該局所的な領域における画像が彩色部である場合には、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似

度として該同色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加加重算する際の該同色間類似度の加重比率を該異色間類似度の加重比率よりも大きくすることを特徴とする補間処理装置。

【請求項7】 請求項3、請求項4、請求項6の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記色彩に関する情報として前記異色間類似度を用いることを特徴とする補間処理装置。

【請求項8】 請求項7に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記異色間類似度が、少なくとも一方向に対して強い類似性を示す場合、前記局所的な領域における画像が無彩色部であると判断し、その他の場合、該局所的な領域における画像が彩色部であると判断することを特徴とする補間処理装置。

【請求項9】 請求項1ないし請求項8の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記異色間類似度を前記同色間類似度よりも短い距離間隔で存在する色情報を用いて算出することを特徴とする補間処理装置。

【請求項10】 請求項1ないし請求項9の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として、補間処理対象の画素のみならず補間処理対象の画素の周辺の画素に対して算出した複数の方向に対する類似度を用いることを特徴とする補間処理装置。

【請求項11】 請求項1ないし請求項10の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似性判定手段は、各方向間の類似度の差異が所定の閾値よりも小さい場合、各方向の類似性が同程度であると判定することを特徴とする補間処理装置。

【請求項12】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と同色の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも一方の同色間類似度成分を含む同色間

類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項13】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と異なる色成分の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項14】 2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「異なる色成分の色情報から成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の色彩に関する情報に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度

を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラーの画像データに対し、所定の色成分が欠落する画素に該色成分に相当する補間量を補う補間処理を行う補間処理装置および該補間処理をコンピュータに実行させる補間処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】電子カメラには、3色(RGB:赤・緑・青)のカラーフィルタが所定の位置に配置(例えば、ベイヤ配列など)された撮像素子によって、カラーの画像データを生成するものがある。このような電子カメラでは、撮像素子の個々の画素から1つの色成分の色情報しか出力されないため、画素単位で全ての色成分の色情報を得るために、補間処理を行う必要がある。

【0003】このような補間処理の方法としては、補間処理の対象となる補間対象画素の空間的な類似性を判定し、類似性の強い方向に位置する画素から出力される色情報を用いて補間量を算出する方法が従来から考えられている。また、このような補間処理では、通常、1画素置きに配置された同色の色情報を用いて類似度(以下、「同色間類似度」と称する)を算出し、その類似度に基づいて類似性の強弱が判定される。

【0004】しかし、このような類似性の強弱の判定では、同色の色情報が配置された間隔(1画素ピッチの2倍に相当する)よりも細かく変化する画像(空間周波数が高い画像)に対しては、類似性が強い方向を精度良く判定することはできない。そこで、空間周波数が高い画像に対して類似性の強い方向を判定するために、1画素ピッチに配置された異なる色の色情報を用いて類似度(以下、「異色間類似度」と称する)を算出し、その類似度に基づいて類似性の強弱を判定する技術の特願平11-145473号などで取り入れるようになった。

【0005】ところが、異色間類似度は、色の違いを無視して算出されるので、取り扱いが非常に難しく、取り扱い方によっては、類似性の強弱を誤判定させるおそれがある。そこで、本出願人は、特願平11-145473号で、異色間類似度と同色間類似度とを加重加算して得られる類似度を用いて類似性の強弱を判定したり、異色間類似度と同色間類似度との何れか一方を画像の特徴に応じて選択して類似性の強弱を判定する発明を出願している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特願平11-145473号に記載の「異色間類似度と同色間類似度とを加重加算して得られる類似度を用いて類似性の強弱を判定する補間処理装置」は、大部分の画像に対して類似性の強弱を正しく判定することができるが、ある特殊な構造を示す画像に対しては、異色間類似度による弊害が回避できず、誤判定を生じる場合があった。

【0007】また、特願平11-145473号に記載の「異色間類似度と同色間類似度との何れか一方を画像の特徴に応じて選択して類似性の強弱を判定する補間処理装置」では、画像の特徴の抽出が適切に行えず、類似性の強弱の判定に適した類似度を用いることができない可能性が高かった。そこで、請求項1ないし請求項11に記載の発明は、類似性の強弱の判定に適した類似度を算出することによって、補間量を高い精度で算出することができる補間処理装置を提供することを目的とする。

【0008】また、請求項12ないし請求項14に記載の発明は、類似性の強弱の判定に適した類似度を算出することによって、補間量を高い精度で算出することができる補間処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の補間処理装置は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と同色の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも一方の同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】請求項2に記載の補間処理装置は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分

が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「第2色成分と第3色成分とのうち、補間処理対象の画素と異なる色成分の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】請求項3に記載の補間処理装置は、請求項1または請求項2に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記局所的な領域における画像の特徴として色彩に関する情報を用いることを特徴とする。請求項4に記載の補間処理装置は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理装置において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「異なる色成分の色情報から成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の色彩に関する情報に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手段と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手段と、前記類似性判定手段による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】請求項5に記載の補間処理装置は、請求項4に記載の補間処理装置において、前記異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出力する複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、第1色成分が第2色成分および第3色成分に比べて空間周波数が高い場合、前記類似度算出手段は、(1)第1色成分の色情報と第2色成分の色情報とから成る異色間類似度成分と、(2)第1色成分の色情報と第3色成分の色情報とから成る異色間類似度成分との少なくとも一方を含む類

似度を異色間類似度とし、(1)第1色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(2)第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(3)第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも1つを含む類似度を同色間類似度とすることを特徴とする。

【0013】請求項6に記載の補間処理装置は、請求項3ないし請求項5の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記色彩に関する情報を基準に、前記局所的な領域における画像が無彩色部であるか彩色部であるかを判別し、該局所的な領域における画像が無彩色部である場合には、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として前記異色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加重加算する際の該異色間類似度の加重比率を該同色間類似度の加重比率よりも大きくし、該局所的な領域における画像が彩色部である場合には、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として該同色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加重加算する際の該同色間類似度の加重比率を該異色間類似度の加重比率よりも大きくすることを特徴とする。

【0014】請求項7に記載の補間処理装置は、請求項3、請求項4、請求項6の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記色彩に関する情報として前記異色間類似度を用いることを特徴とする。請求項8に記載の補間処理装置は、請求項7に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記異色間類似度が、少なくとも一方向に対して強い類似性を示す場合、前記局所的な領域における画像が無彩色部であると判断し、その他の場合、該局所的な領域における画像が彩色部であると判断することを特徴とする。

【0015】請求項9に記載の補間処理装置は、請求項1ないし請求項8の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、前記異色間類似度を前記同色間類似度よりも短い距離間隔で存在する色情報を用いて算出することを特徴とする。請求項10に記載の補間処理装置は、請求項1ないし請求項9の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似度算出手段は、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として、補間処理対象の画素のみならず補間処理対象の画素の周辺の画素に対して算出した複数の方向に対する類似度を用いることを特徴とする。

【0016】請求項11に記載の補間処理装置は、請求項1ないし請求項10の何れか1項に記載の補間処理装置において、前記類似性判定手段は、各方向間の類似度の差異が所定の閾値よりも小さい場合、各方向の類似性が同程度であると判定することを特徴とする。請求項12に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素

は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と同色の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも一方の同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させる補間処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0017】請求項13に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「補間処理対象の画素と異なる色成分の色情報と第1色成分の色情報とから成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させる補間処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0018】請求項14に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体は、2次元配列された複数の画素を有し、前記複数の画素は、異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出力し、前記各画素は1つの色成分の色情報を出力する撮像素子、の第1色成分が欠落する画素

に第1色成分の色情報を補間する補間処理プログラムを記録した記録媒体において、補間処理対象の画素における少なくとも2方向に対する類似度の各々を、前記補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素の色情報に基づき、「異なる色成分の色情報から成る異色間類似度成分を含む異色間類似度」と「同じ色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分を含む同色間類似度」との2種類について算出し、前記補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の色彩に関する情報に応じて、どちらか一方の類似度に切り換える、もしくは、各類似度を加重加算するときの加重比率を切り換えることにより算出する類似度算出手順と、前記類似度に基づき、各方向の類似性の強弱を判定する類似性判定手順と、前記類似性判定手順による判定結果に応じて、補間処理対象の画素の補間量を算出する補間量算出手順とをコンピュータに実行させる補間処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0019】ここで、上記の発明に関連する発明（《1》～《8》）を開示する。

《1》：請求項12または請求項13に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、前記局所的な領域における画像の特徴として色彩に関する情報を用いることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0020】《2》：請求項14に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記異なる第1～第 n ($n \geq 2$) 色成分の色情報を出力する複数の画素は、異なる第1～第3色成分の色情報を出力し、第1色成分が第2色成分および第3色成分に比べて空間周波数が高い場合、前記類似度算出手順は、(1) 第1色成分の色情報と第2色成分の色情報とから成る異色間類似度成分と、(2) 第1色成分の色情報と第3色成分の色情報とから成る異色間類似度成分との少なくとも一方を含む類似度を異色間類似度とし、(1) 第1色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(2) 第2色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分と、(3) 第3色成分の色情報のみから成る同色間類似度成分との少なくとも1つを含む類似度を同色間類似度とすることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0021】《3》：《1》、請求項14、《2》の何れか1つに記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、前記色彩に関する情報を基準に、前記局所的な領域における画像が無彩色部であるか彩色部であるかを判別し、該局所的な領域における画像が無彩色部である場合には、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として前記異色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加重加算する際の該異色間類似度の加重比率を該同色間類似度の加重比率よりも大きくし、該局所的な領域における画像が彩色部である場合には、補間処理対

象の画素の複数の方向に対する類似度として該同色間類似度を選択する、または、該異色間類似度と前記同色間類似度とを加重加算する際の該同色間類似度の加重比率を該異色間類似度の加重比率よりも大きくすることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0022】《4》：《1》、請求項14、《3》の何れか1つに記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、前記色彩に関する情報として前記異色間類似度を用いることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0023】《5》：《4》に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、前記異色間類似度が、少なくとも一方向に対して強い類似性を示す場合、前記局所的な領域における画像が無彩色部であると判断し、その他の場合、該補間処理対象の画素とその近傍の複数の画素とから選ばれる複数の画素における画像が彩色部であると判断することを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0024】《6》：請求項12ないし請求項14、《1》ないし《5》の何れか1つに記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、前記異色間類似度を前記同色間類似度よりも短い距離間隔で存在する色情報を用いて算出することを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0025】《7》：請求項12ないし請求項14、《1》ないし《6》の何れか1つに記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似度算出手順は、補間処理対象の画素の複数の方向に対する類似度として、補間処理対象の画素のみならず補間処理対象の画素の周辺の画素に対して算出した複数の方向に対する類似度を用いることを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0026】《8》：請求項12ないし請求項14、《1》ないし《7》の何れか1つに記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体において、前記類似性判定手順は、各方向間の類似度の差異が所定の閾値よりも小さい場合、各方向の類似性が同程度であると判定することを特徴とする補間処理プログラムを記録した記録媒体。

【0027】なお、上述した異色間類似度は、複数の異色画素の色情報の差分の絶対値や、そのべき乗等により算出される類似度の要素により構成され、1つ以上の類似度の要素で構成される類似度成分を用いて算出される。同様に、同色間類似度は、複数の同色画素の色情報の差分の絶対値や、そのべき乗等により算出される類似度の要素により構成され、1つ以上の類似度の要素で構成される類似度成分を用いて算出される。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の実施形態について詳細を説明する。図1は、第1の実施形態および第2の実施形態に対応する電子カメラの機能

ブロック図である。なお、第1の実施形態に対応する電子カメラは、請求項1ないし請求項11に記載の補間処理装置が行う補間処理の機能を備えた電子カメラに相当し、第2の実施形態に対応する電子カメラは、請求項4ないし請求項11に記載の補間処理装置が行う補間処理の機能を備えた電子カメラに相当する。

【0029】図1において、電子カメラ10は、制御部11、撮影光学系12、撮像部13、A/D変換部14、画像処理部15および記録部16を有する。また、画像処理部15は、補間処理部（例えば、補間処理専用の1チップ・マイクロプロセッサ）17を有する。さらに、撮像部13は、RGBのカラーフィルタがベイヤ配列された撮像素子（図示省略）を有している。

【0030】なお、図1では、説明を簡単にするため、画像処理部15内に補間処理部17のみを記載しているが、画像処理部15内には、例えば、階調変換処理など他の画像処理を行う機能ブロックが設けられても良い。

【0031】図1において、制御部11は、撮像部13、A/D変換部14、画像処理部15および記録部16に接続される。また、撮影光学系12で取得された光学像は、撮像部13内の撮像素子に結像する。撮像部13の出力は、A/D変換部14によって量子化され、画像データとして画像処理部15に供給される。画像処理部15に供給された画像データは、補間処理部17によって補間処理が施され、必要に応じてJPEG圧縮など画像圧縮を行ってから、記録部16を介して記録される。補間処理により各色成分の解像度が高められた画像データは、最終的に、ディスプレイ、プリンタなど各接続機器に応じた表色系データとして出力される。

【0032】図2は、第1の実施形態および第2の実施形態における画像データの色成分の配列を示す図である。図2では、R、G、Bを用いて色成分の種類を示し、i、jを用いて各々の色成分が存在する画素の位置を示しており、図2(1)は、赤色成分が存在する画素を補間対象画素とした場合の配列を示し、図2(2)は、青色成分が存在する画素を補間対象画素とした場合の配列を示す。

【0033】なお、以下では、補間処理として緑色の補間量を求めるものとし、座標(i, j)に位置する画素を補間対象画素とする。また、以下に示す補間処理では、補間対象画素の色成分の種類（赤または青）に関係なく、緑色の補間量を算出することができるため、図2のRおよびBをZに置き換えて、補間対象画素の色情報をZ(i, j)によって表現し、他の画素の色情報についても同様に表現する。

【0034】《第1の実施形態》図3は、第1の実施形態における補間処理部17の動作フローチャートである。以下、第1の実施形態の動作を説明するが、ここでは、図3を参照して補間処理部17の動作を説明する。まず、補間処理部17は、縦方向と横方向とに対す

る異色間類似度成分と、縦方向と横方向とに対する同色間類似度成分とを算出する(図3S1)。

【0035】なお、第1の実施形態では、縦方向と横方向とに対する異色間類似度成分として、以下の式10～式

(a) 異色間類似度成分

縦方向のGR(GB)間類似度成分：

$$Cv1[i, j] = (|G[i, j-1] - Z[i, j]| + |G[i, j+1] - Z[i, j]|) / 2 \quad \text{式10}$$

横方向のGR(GB)間類似度成分：

$$Ch1[i, j] = (|G[i-1, j] - Z[i, j]| + |G[i+1, j] - Z[i, j]|) / 2 \quad \text{式11}$$

縦方向のBG(RG)間類似度成分：

$$Cv2[i, j] = (|Z[i-1, j-1] - G[i-1, j]| + |Z[i-1, j+1] - G[i-1, j]| + |Z[i+1, j-1] - G[i+1, j]| + |Z[i+1, j+1] - G[i+1, j]|) / 4 \quad \text{式12}$$

横方向のBG(RG)間類似度成分：

$$Ch2[i, j] = (|Z[i-1, j-1] - G[i, j-1]| + |Z[i-1, j+1] - G[i, j+1]| + |Z[i+1, j-1] - G[i, j-1]| + |Z[i+1, j+1] - G[i, j+1]|) / 4 \quad \text{式13}$$

(b) 同色間類似度成分

縦方向のGG間類似度成分：

$$Cv3[i, j] = |G[i, j-1] - G[i, j+1]| \quad \text{式14}$$

横方向のGG間類似度成分：

$$Ch3[i, j] = |G[i-1, j] - G[i+1, j]| \quad \text{式15}$$

縦方向のBB(RR)間類似度成分：

$$Cv4[i, j] = (|Z[i-1, j-1] - Z[i-1, j+1]| + |Z[i+1, j-1] - Z[i+1, j+1]|) / 2 \quad \text{式16}$$

横方向のBB(RR)間類似度成分：

$$Ch4[i, j] = (|Z[i-1, j-1] - Z[i+1, j-1]| + |Z[i-1, j+1] - Z[i+1, j+1]|) / 2 \quad \text{式17}$$

縦方向のRR(BB)間類似度成分：

$$Cv5[i, j] = (|Z[i, j-2] - Z[i, j]| + |Z[i, j+2] - Z[i, j]|) / 2 \quad \text{式18}$$

横方向のRR(BB)間類似度成分：

$$Ch5[i, j] = (|Z[i-2, j] - Z[i, j]| + |Z[i+2, j] - Z[i, j]|) / 2 \quad \text{式19}$$

なお、上述した各々の類似度成分を構成する類似度の要素は、差分の絶対値を用いて算出されているが、絶対値の2乗やべき乗等によって算出しても良い。

【0036】次に、補間処理部17は、以下の式20、式21に示すようにして、複数種類の異色間類似度成分を方向別に加重加算して異色間類似度を算出すると共に、以下の式22、式23に示すようにして、複数種類の同色間類

$$Cv0[i, j] = \gamma Cv3[i, j] + \delta Cv4[i, j] + \epsilon Cv5[i, j] \quad \text{式22}$$

$$Ch0[i, j] = \gamma Ch3[i, j] + \delta Ch4[i, j] + \epsilon Ch5[i, j] \quad \text{式23}$$

ただし、 γ, δ, ϵ は、0または正の定数であり、 $\gamma + \delta + \epsilon = 1$ を満たす。なお、式20、式21において、 $\alpha = 1, \beta = 0$ とすると、異色間類似度は、「補間対象画素と同色の色情報」と緑色成分の色情報とから構成されることになり、 $\alpha = 0, \beta = 1$ とすると、異色間類似度は、「赤色成分と青色成分とのうち、補間対象画素とは異なる色成分の色情報」と緑色成分の色情報とから構成されることになる。また、式22、式23において、 $\gamma = 0$ とすると、同色間類似度は、「赤色成分の色情報のみから成る類似度成分」と「青色成分の色情報のみから成る間類似度成分」との少なくとも一方を含むことになる。

【0038】次に、補間処理部17は、補間対象画素と周辺画素とにおける各々の類似度成分の加重加算によっ

13によって定義される複数種類の類似度成分を算出し、縦方向と横方向とに対する同色間類似度成分として、以下の式14～式19によって定義される複数種類の類似度成分を算出する。

似度成分についても方向別に加重加算して同色間類似度を算出する(図3S2)。

$$CvN0[i, j] = \alpha Cv1[i, j] + \beta Cv2[i, j] \quad \text{式20}$$

$$ChN0[i, j] = \alpha Ch1[i, j] + \beta Ch2[i, j] \quad \text{式21}$$

ただし、 α, β は、0または正の定数であり、 $\alpha + \beta = 1$ を満たす。

【0037】

て得られた値($CvN0[i, j], CvN0[i-1, j-1], CvN0[i-1, j+1], CvN0[i+1, j-1], CvN0[i+1, j+1]$ など)を、以下の《方法1》または《方法2》のように方向別に加重加算(以下、「周辺加算」と称する。)して、最終的な補間対象画素における縦方向と横方向とに対する異色間類似度と縦方向と横方向とに対する同色間類似度とを算出する(図3S3)。

【0039】ただし、《方法1》または《方法2》において、 $CvN[i, j]$ は縦方向の異色間類似度を示し、 $ChN[i, j]$ は横方向の異色間類似度を示し、 $Cv[i, j]$ は縦方向の同色間類似度を示し、 $Ch[i, j]$ は横方向の同色間類似度を示す。

《方法1》

$$\text{CvN}[i, j] = (4 \text{CvNO}[i, j] + \text{CvNO}[i-1, j-1] + \text{CvNO}[i-1, j+1] + \text{CvNO}[i+1, j-1] + \text{CvNO}[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式24}$$

$$\text{ChN}[i, j] = (4 \text{ChNO}[i, j] + \text{ChNO}[i-1, j-1] + \text{ChNO}[i-1, j+1] + \text{ChNO}[i+1, j-1] + \text{ChNO}[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式25}$$

$$\text{Cv}[i, j] = (4 \text{CvO}[i, j] + \text{CvO}[i-1, j-1] + \text{CvO}[i-1, j+1] + \text{CvO}[i+1, j-1] + \text{CvO}[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式26}$$

$$\text{Ch}[i, j] = (4 \text{ChO}[i, j] + \text{ChO}[i-1, j-1] + \text{ChO}[i-1, j+1] + \text{ChO}[i+1, j-1] + \text{ChO}[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式27}$$

《方法2》

$$\begin{aligned} \text{CvN}[i, j] = & (4 \text{CvNO}[i, j] \\ & + 2(\text{CvNO}[i-1, j-1] + \text{CvNO}[i+1, j-1] + \text{CvNO}[i-1, j+1] + \text{CvNO}[i+1, j+1]) \\ & + \text{CvNO}[i, j-2] + \text{CvNO}[i, j+2] + \text{CvNO}[i-2, j] + \text{CvNO}[i+2, j]) / 16 \quad \text{式28} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ChN}[i, j] = & (4 \text{ChNO}[i, j] \\ & + 2(\text{ChNO}[i-1, j-1] + \text{ChNO}[i+1, j-1] + \text{ChNO}[i-1, j+1] + \text{ChNO}[i+1, j+1]) \\ & + \text{ChNO}[i, j-2] + \text{ChNO}[i, j+2] + \text{ChNO}[i-2, j] + \text{ChNO}[i+2, j]) / 16 \quad \text{式29} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cv}[i, j] = & (4 \text{CvO}[i, j] \\ & + 2(\text{CvO}[i-1, j-1] + \text{CvO}[i+1, j-1] + \text{CvO}[i-1, j+1] + \text{CvO}[i+1, j+1]) \\ & + \text{CvO}[i, j-2] + \text{CvO}[i, j+2] + \text{CvO}[i-2, j] + \text{CvO}[i+2, j]) / 16 \quad \text{式30} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ch}[i, j] = & (4 \text{ChO}[i, j] \\ & + 2(\text{ChO}[i-1, j-1] + \text{ChO}[i+1, j-1] + \text{ChO}[i-1, j+1] + \text{ChO}[i+1, j+1]) \\ & + \text{ChO}[i, j-2] + \text{ChO}[i, j+2] + \text{ChO}[i-2, j] + \text{ChO}[i+2, j]) / 16 \quad \text{式31} \end{aligned}$$

なお、《方法1》は、図4(1)に示すようにして補間対象画素と周辺画素とにおける類似度成分の加重加算を行うことに相当し、《方法2》は、図4(2)に示すようにして補間対象画素と周辺画素とにおける類似度成分の加重加算を行うことに相当する。

【0040】このようにして、第1の実施形態では、補間対象画素における異色間類似度および同色間類似度を周辺加算して算出することにより、後述する類似性の強弱の判定において、補間対象画素と周辺画素との連続性が考慮されて精度が高められる。ただし、演算を簡略化する場合、

$$\text{CvN}[i, j] = \text{CvNO}[i, j]$$

$$\text{ChN}[i, j] = \text{ChNO}[i, j]$$

$$\text{Cv}[i, j] = \text{CvO}[i, j]$$

$$\text{Ch}[i, j] = \text{ChO}[i, j]$$

とする。

【0041】ところで、上述した異色間類似度成分は、縦方向または横方向に隣接する画素の色情報を比較することによって算出されるので、このような異色間類似度成分から成る異色間類似度は、同色間類似度よりも短い距離間隔で類似性の強弱の判定が可能である。すなわち、異色間類似度には、同色間類似度よりも細かい画像の構造が反映されることになる。

【0042】とりわけ、異色間類似度は、異なる色成分の色情報が全て同一の輝度情報を表していると仮定して算出されるため、異色間類似度を用いた類似性の強弱の判定は、無彩色部において、信頼性が高い。一方、同色間類似度を用いた類似性の強弱の判定は、彩色部・無彩

色部ともに全般的に信頼性が高いが、画像の構造が細かい部分では、異色間類似度を用いた場合に比べて信頼性が劣る。

【0043】したがって、補間処理の対象となる画像全体に対して、信頼性の高い類似性の判定を行うには、画像全体を、無彩色部と彩色部に分け、各々の部分に適した類似度を用いる方法が優れている。補間処理部17は、縦方向と横方向とに対する異色間類似度と縦方向と横方向とに対する同色間類似度とを算出すると、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であるか否かを判定する(図3S4)。

【0044】そして、このような判定によって、補間処理部17は、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であると判断した場合、異色間類似度を用いて補間対象画素における類似性の強弱を判定し(図3S5)、補間対象画素の近傍の画像が彩色部であると判断した場合、同色間類似度を用いて補間対象画素における類似性の強弱を判定する(図3S6)。

【0045】ところで、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であるか否かの判定には、局所的な色彩の有無を示す色指標が必要となるが、このような色指標として、局所的な色差情報を用いる。上述したように算出した異色間類似度には、類似性の強弱と同時に局所的な色差情報が反映されているので、色指標として、異色間類似度を直接利用することが可能である。

【0046】ただし、異色間類似度は、値が小さい程、類似性が強いことを示すので、縦方向および横方向に対する異色間類似度が共に大きな値である場合には、無彩

色部で縦横両方向に対する類似性が弱い、または、補間対象画素の近傍の画像が彩色部であることを意味する。逆に、縦方向と横方向との少なくとも1つの方向に対する異色間類似度が比較的小さな値であれば、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であり、類似性の強い方向が存在していることを意味する。

【0047】ここで、異色間類似度と同色間類似度とを切り換えて、類似性の強弱を判定する処理の詳細を説明する。図5は、類似性の強弱を判定する処理の詳細を示すフローチャートであり、図6は、類似度と類似性の強弱の関係を示す図である。なお、図5 S1は、図3 S4に対応し、図5 S2～S6は、図3 S5に対応し、図5 S7～S11は、図3 S6に対応する。

【0048】まず、補間処理部17は、閾値ThNv, ThNhについて、

$CvN[i, j] \leq ThNv$ または $ChN[i, j] \leq ThNh$ 条件1

が成り立つか否かを判定する(図5 S1)。ただし、閾値ThNv, ThNhは、階調数が256のとき10程度以下の値をとるものとする。補間処理部17は、条件1が成り立つ場合、閾値Th0について、

$|CvN[i, j] - ChN[i, j]| \leq Th0$ 条件2

が成り立つか否かを判定する(図5 S2)。なお、条件2は、縦方向の異色間類似度CvN[i, j]と横方向の異色間類似度ChN[i, j]とが同程度であるか否かを判定するための条件であり、閾値Th0は、縦方向の異色間類似度CvN[i, j]と横方向の異色間類似度ChN[i, j]との差異が微小である場合、ノイズの影響によって一方の類似性が強いと誤判定されることを避ける役割を果たす。そのため、ノイズの多いカラー画像に対しては、閾値Th0の値を高く設定することによって、類似性の判定の精度が高められる。

【0049】補間処理部17は、条件1および条件2が成り立つ場合(図6の領域1に相当する)、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であり、縦横両方向に類似性が強いと判断し、類似性を示す指標HV[i, j]に0を設定する(図5 S3)。補間処理部17は、条件1が成り立ち、条件2が成り立たない場合、

$CvN[i, j] < ChN[i, j]$ 条件3

が成り立つか否かを判定する(図5 S4)。

【0050】補間処理部17は、条件1および条件3が成り立ち、条件2が成り立たない場合(図6の領域2に

HV[i, j]が1の場合 $G[i, j] = Gv[i, j]$ 式32

HV[i, j]が-1の場合 $G[i, j] = Gh[i, j]$ 式33

HV[i, j]が0の場合 $G[i, j] = (Gv[i, j] + Gh[i, j]) / 2$ 式34

ただし、Gv[i, j], Gh[i, j]は、以下の《方法1》または《方法2》のようにして算出される値である。

《方法1》

$Gv[i, j] = (G[i, j-1] + G[i, j+1]) / 2$ 式35

$Gh[i, j] = (G[i-1, j] + G[i+1, j]) / 2$ 式36

《方法2》

相当する)、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であり、縦方向に類似性が強いと判断し、指標HV[i, j]に1を設定する(図5 S5)。補間処理部17は、条件1が成り立ち、条件2および条件3が成り立たない場合(図6の領域3に相当する)、補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であり、横方向に類似性が強いと判断し、指標HV[i, j]に-1を設定する(図5 S6)。

【0051】補間処理部17は、条件1が成り立たない場合、閾値Th1について、

$|Cv[i, j] - Ch[i, j]| \leq Th1$ 条件4

が成り立つか否かを判定する(図5 S7)。なお、条件4は、縦方向の同色間類似度Cv[i, j]と横方向の同色間類似度Ch[i, j]とが同程度であるか否かを判定するための条件であり、閾値Th1は、縦方向の同色間類似度Cv[i, j]と横方向の同色間類似度Ch[i, j]との差異が微小である場合、ノイズの影響によって一方の類似性が強いと誤判定されることを避ける役割を果たし、閾値Th0と同様に、ノイズの多いカラー画像に対して値を高く設定することによって、類似性の判定の精度が高められる。

【0052】補間処理部17は、条件1が成り立たず、条件4が成り立つ場合(図6の領域4に相当する)、補間対象画素の近傍の画像が彩色部であり、縦横両方向に類似性が強い(または、弱い)と判断し、指標HV[i, j]に0を設定する(図5 S8)。補間処理部17は、条件1および条件4が成り立たない場合、

$Cv[i, j] < Ch[i, j]$ 条件5

が成り立つか否かを判定する(図5 S9)。

【0053】補間処理部17は、条件1が成り立たず、条件5が成り立つ場合(図6の領域5に相当する)、補間対象画素の近傍の画像が彩色部であり、縦方向に類似性が強いと判断し、指標HV[i, j]に1を設定する(図5 S10)。補間処理部17は、条件1および条件5が成り立たない場合(図6の領域6に相当する)、補間対象画素の近傍の画像が彩色部であり、横方向に類似性が強いと判断し、指標HV[i, j]に-1を設定する(図5 S11)。

【0054】以上説明したようにして類似性の強弱が判定されると、補間処理部17は、類似性の強弱の判定結果に応じて、補間量を算出する(図3 S7)。例えば、補間処理部17は、以下のようにして緑の補間量G[i, j]を算出する。

【0055】

$$G_v[i,j] = (G[i,j-1] + G[i,j+1]) / 2 + (2Z[i,j] - Z[i,j-2] - Z[i,j+2]) / 4 \quad \text{式37}$$

$$G_h[i,j] = (G[i-1,j] + G[i+1,j]) / 2 + (2Z[i,j] - Z[i-2,j] - Z[i+2,j]) / 4 \quad \text{式38}$$

以上説明したように、第1の実施形態では、局所的な色差情報が反映される異色間類似度を利用して画像全体を無彩色部と彩色部に分け、各々の部分に適した類似度に基づいて類似性の強弱を判定することができるため、従来の技術に比べて補間量を高い精度で算出することができる。

【0056】なお、第1の実施形態では、類似性の強弱を判定する際に、異色間類似度と同色間類似度とを切り換えているが、類似性の判定に用いる類似度としては、異色間類似度と同色間類似度とを完全に切り換える以外に、無彩色部では異色間類似度の加算比率を上げ、彩色部では同色間類似度の加算比率を上げて、異色間類似度と同色間類似度とを加加重算して得られる類似度でも良い。

【0057】また、第1の実施形態では、局所的な色彩の有無を調べる方法として異色間類似度に含まれる色差を用いたが、色の比など他の色指標を用いても良い。以下、RB補間処理の動作を説明するが、ここでは、従来から行われているRB補間処理を説明する（B補間処理の説明は省略する）。まず、従来から行われているRB補間処理としては、色差空間における線形補間処理が知られており、全ての画素の色差（赤色成分（または、青

縦方向の異色間類似度：

$$C_vN[i,j] = (|G[i,j-1] - Z[i,j]| + |G[i,j+1] - Z[i,j]|) / 2 \quad \text{式39}$$

横方向の異色間類似度：

$$C_hN[i,j] = (|G[i-1,j] - Z[i,j]| + |G[i+1,j] - Z[i,j]|) / 2 \quad \text{式40}$$

次に、補間処理部17は、補間対象画素の近傍の画像の彩度が高いか否かを判定する（図7S2）。

【0061】そして、このような判定によって、補間処理部17は、補間対象画素の近傍の画像の彩度が高いと判断した場合、異色間類似度と同色間類似度とを加加重算する際の同色間類似度の重み係数da1に異色間類似度の重み係数da2よりも大きい値を設定する（図7S3）。一方、補間処理部17は、補間対象画素の近傍の画像の彩度が低いと判断した場合、異色間類似度の重み係数da2に同色間類似度の重み係数da1よりも大きい値を設定する（図7S4）。

【0062】ところで、補間対象画素の近傍の画像の彩度が高いか否かの判定は、第1の実施形態における「補間対象画素の近傍の画像が無彩色部であるか否かの判定」と同様に、異色間類似度を利用することによって行える。すなわち、縦方向および横方向に対する異色間類似度が共に大きな値である場合には、補間対象画素の近傍の画像の彩度が高いか、または、彩度が低くても、縦横両方向に対する類似性が弱いことを意味する。逆に、縦方向と横方向との少なくとも1つの方向に対する異色間類似度が比較的小さな値であれば、補間対象画素の近傍の画像の彩度が低く、類似性の強い方向が存在してい

色成分）の色情報から緑色成分の色情報を減算した値）を算出した後に、補間対象画素毎に、以下の（1）～

（3）の何れかの処理を行って、補間量が算出される。

【0058】（1）補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の上下方向に隣接する2つの画素に存在する場合、それらの2つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

（2）補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の左右方向に隣接する2つの画素に存在する場合、それらの2つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

【0059】（3）補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の斜め方向に隣接する4つの画素に存在する場合、それらの4つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

《第2の実施形態》図7は、第2の実施形態における補間処理部17の動作フローチャートである。以下、第2の実施形態の動作を説明するが、ここでは、図7を参照して補間処理部17の動作を説明する。

【0060】まず、補間処理部17は、以下の式39と式40とによって定義される縦方向と横方向とに対する異色間類似度を算出する（図7S1）。

ることを意味する。

【0063】例えば、補間処理部17は、閾値Bwthについて、

$$C_vN[i,j] > Bwth \quad \text{かつ} \quad C_hN[i,j] > Bwth \quad \text{条件6}$$

が成り立つ場合、彩度が高いと判断し、条件6が成り立たない場合、彩度が低いと判断と判断する。ただし、閾値Bwthは、階調数が256のとき5程度の値をとるものとする。

【0064】そして、補間処理部17は、条件6が成り立つ場合（補間対象画素の近傍の画像の彩度が高い場合）、同色間類似度の重み係数da1および異色間類似度の重み係数da2に以下のような値を設定し、

$$da1 = da1s$$

$$da2 = da2s$$

条件6が成り立たない場合（補間対象画素の近傍の画像の彩度が低い場合）、同色間類似度の重み係数da1および異色間類似度の重み係数da2に以下のような値を設定する。

$$da1 = da1d$$

$$da2 = da2d$$

ただし、da1s, da2s, da1d, da2dは、0または正の定数であり、「da1s > da2s かつ da1d < da2d」を満たす。例え

ば、 $(da1s, da2s, da1d, da2d) = (1, 0, 0, 1)$ や $(2, 1, 1, 2)$ 等が考えられる。なお、 $(da1s, da2s, da1d, da2d) = (1, 0, 0, 1)$ が成り立つ場合、異色間類似度と同色間類似度との一方を用いて類似性の強弱が判定されることになる。

【0066】以上説明したようにして重み係数を設定すると、補間処理部17は、縦方向と横方向とに対する同

$$Cv0[i, j] = (|G[i, j-1] - G[i, j+1]| \cdot da1 + CvN[i, j] \cdot da2) / (da1 + da2) \quad \text{式41}$$

$$Ch0[i, j] = (|G[i-1, j] - G[i+1, j]| \cdot da1 + ChN[i, j] \cdot da2) / (da1 + da2) \quad \text{式42}$$

なお、式41、式42では、縦方向の同色間類似度として、 $|G[i, j-1] - G[i, j+1]|$

が算出され、横方向の同色間類似度として、

$|G[i-1, j] - G[i+1, j]|$

が算出されることを意味する。

【0068】ところで、第2の実施形態において、 $Cv0[i, j]$ 、 $Ch0[i, j]$ を直接、類似度として用いても良いが、類似度の精度を高めるため、異色間類似度と同色間類似度とを算出して加重加算する処理は、補間対象画素

縦方向の類似度：

$$Cv[i, j] = (4 \cdot Cv0[i, j] + Cv0[i-1, j-1] + Cv0[i+1, j-1] + Cv0[i-1, j+1] + Cv0[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式43}$$

横方向の類似度：

$$Ch[i, j] = (4 \cdot Ch0[i, j] + Ch0[i-1, j-1] + Ch0[i+1, j-1] + Ch0[i-1, j+1] + Ch0[i+1, j+1]) / 8 \quad \text{式44}$$

次に、補間処理部17は、縦方向の類似度と横方向の類似度とを用いて類似性の強弱を判定し、類似性の強弱の判定結果に応じて、補間量を算出する(図7S7)。

【0070】例えば、補間処理部17は、閾値 $Th1$ について、

$$Ch[i, j] - Cv[i, j] > Th1 \quad \text{条件7}$$

が成り立つ場合、縦方向の類似性が強いと判断し、条件7が成り立たず、

$$Cv[i, j] - Ch[i, j] > Th1 \quad \text{条件8}$$

が成り立つ場合、横方向の類似性が強いと判断し、条件7および条件8が成り立たない場合、縦横両方向に類似性が強い(または、弱い)と判断する。ただし、閾値 $Th1$ は、階調数が256のとき5程度の値をとるものとする。

【0071】そして、補間処理部17は、以下のようにして緑の補間量 $G[i, j]$ を算出する。

$$\text{縦方向の類似性が強い場合：} G[i, j] = Gv[i, j] \quad \text{式45}$$

$$\text{横方向の類似性が強い場合：} G[i, j] = Gh[i, j] \quad \text{式46}$$

縦横両方向に類似性が強い(または、弱い)場合：

$$G[i, j] = (Gv[i, j] + Gh[i, j]) / 2 \quad \text{式47}$$

ただし、 $Gv[i, j]$ 、 $Gh[i, j]$ は、第1の実施形態(式35～式38)と同様に算出される値である。

【0072】ところで、類似性の強弱を判定する際、第2の実施形態では、縦方向の類似度 $Cv[i, j]$ および横方向の類似度 $Ch[i, j]$ を用いるので、補間量を算出すべき画素毎に、縦方向と横方向とに対して1種類ずつの類似度を記録しておけば良いのに対し、第1の実施形態では、「縦方向の異色間類似度 $CvN[i, j]$ および横方向の異

色間類似度を算出すると共に、同色間類似度と異色間類似度とを方向別に加重加算する(図7S5)。例えば、補間処理部17は、以下のようにして、同色間類似度と異色間類似度との加重加算を行う。

【0067】

だけでなく周辺画素でも行う。補間処理部17は、補間対象画素と周辺画素とにおける各々の類似度成分の方向別の加重加算によって得られた値($Cv0[i, j]$, $Cv0[i-1, j-1]$, $Cv0[i+1, j-1]$, $Cv0[i-1, j+1]$, $Cv0[i+1, j+1]$ など)を、以下のように加重加算(以下、「周辺加算」と称する。)して、補間対象画素における縦方向の類似度 $Cv[i, j]$ と横方向の類似度 $Ch[i, j]$ とを算出する(図7S6)。

【0069】

色間類似度 $ChN[i, j]$ 」または「縦方向の同色間類似度 $Cv[i, j]$ および横方向の同色間類似度 $Ch[i, j]$ 」を用いるので、補間量を算出すべき画素毎に、縦方向と横方向とに対して2種類ずつの類似度を記録しておく必要がある。

【0073】すなわち、第2の実施形態では、類似性の強弱の判定に要する記憶領域を第1の実施形態に比べて小さく抑えることができると共に、第1の実施形態と同様に補間量を精度良く算出することができる。以下、R B補間処理の動作を説明するが、ここでは、従来から行われているR B補間処理を説明する(B補間処理の説明は省略する)。

【0074】まず、従来から行われているR B補間処理としては、色差空間における線形補間処理が知られており、全ての画素の色差(赤色成分(または、青色成分)の色情報から緑色成分の色情報を減算した値)を算出した後に、補間対象画素毎に、以下の(1)～(3)の何れかの処理を行って、補間量が算出される。

(1) 補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の上下方向に隣接する2つの画素に存在する場合、それらの2つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

【0075】(2) 補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の左右方向に隣接する2つの画素に存在する場合、それらの2つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

(3) 補間対象画素に欠落する色成分が、補間対象画素の斜め方向に隣接する4つの画素に存在する場合、それ

らの4つの画素の色差の平均値に補間対象画素の緑色成分の色情報を加算した値を補間量とする。

【0076】《第3の実施形態》以下、第3の実施形態の動作を説明する。図8は、第3の実施形態の機能ブロック図である。なお、第3の実施形態は、請求項12ないし請求項14に記載の補間処理プログラムを記録した記録媒体を用いて、パーソナルコンピュータによって補間処理を実行することに相当する。

【0077】図8において、機能が図1に示す機能ブロック図と同じものについては、同じ符号を付与して示し、構成の説明については省略する。なお、図8に示す電子カメラ20と図1に示した電子カメラ10との構成の相違点は、図8の制御部21と画像処理部22とが図1の制御部11と画像処理部15とに代えて設けられ、図8のインタフェース部23が新たに設けられた点である。

【0078】また、図8において、パーソナルコンピュータ30は、CPU31、インタフェース部32、ハードディスク33およびメモリ34を有し、CPU31は、バスを介してインタフェース部32、ハードディスク33およびメモリ34に接続される。なお、パーソナルコンピュータ30には、CD-ROMなどの記録媒体に記録された補間処理プログラム（前述した各実施形態の補間処理部17と同様にして補間処理を実行する補間処理プログラム）が予めインストールされているものとする。すなわち、ハードディスク33には、このような補間処理プログラムが実行可能な状態で格納されている。

【0079】以下、図8を参照して第3の実施形態の動作を説明する。まず、電子カメラ20では、図1に示した電子カメラ10と同様にして生成された画像データが画像処理部22に供給される。画像処理部22は、画像データに補間処理以外の画像処理（例えば、階調変換処理など）を施し、記録部16では、画像処理が施された画像データが画像ファイルの形式で記録される。

【0080】このような画像ファイルは、インタフェース部23を介してパーソナルコンピュータ30に供給される。パーソナルコンピュータ30内のCPU31は、インタフェース部32を介して画像ファイルを取得すると、前述した補間処理プログラムを実行する。補間処理により各色成分の解像度が高められた画像データは、必要に応じて画像圧縮等を行ってから、ハードディスク33などに記録され、最終的に、ディスプレイ、プリンタなどの各接続機器に応じた表色系データとして出力される。

【0081】すなわち、第3の実施形態では、前述した各実施形態と同様の補間処理をパーソナルコンピュータ30によって行うことができる。

【0082】

【発明の効果】上述したように、請求項1、請求項2、

請求項12および請求項13に記載の発明は、補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴に応じて、異色間類似度と同色間類似度とを使い分けたり、異色間類似度と同色間類似度とを加重加算する際の加重比率を変えるため、類似性の強弱の判定に適した類似度を算出することができると共に、従来よりも多くの色成分を用いて異色間類似度および同色間類似度の算出することによって、類似度の算出精度を上げることができる。したがって、補間量を高い精度で算出することができる。

【0083】請求項3、請求項4、請求項6および請求項14に記載の発明は、色彩に関する情報を用いることによって、補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴を抽出するので、異色間類似度と同色間類似度との使い分けや、異色間類似度と同色間類似度との加重比率の設定に際し、従来よりも適切な指標に基づいて画像の特徴抽出が行える。そのため、類似性の強弱の判定に適した類似度を算出することができ、補間量の精度が高められる。

【0084】請求項5に記載の発明は、色彩に関する情報を用いることによって、異色間類似度と同色間類似度との使い分けや、異色間類似度と同色間類似度との加重比率を設定できると共に、従来よりも多くの色成分を用いて異色間類似度および同色間類似度の算出することができる。そのため、類似性の強弱の判定に適した類似度を高い精度で算出することができ、補間量の精度が高められる。

【0085】請求項7および請求項8に記載の発明は、補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴を抽出する際、色彩に関する情報として異色間類似度を用いるので、類似性の強弱の判定のために異色間類似度を算出してしまえば、色彩に関する情報を改めて求める必要がない。すなわち、補間処理全体を効率良く行うことができる。

【0086】請求項9に記載の発明では、異色間類似度を同色間類似度よりも短い距離間隔で存在する色情報を用いて算出するので、異色間類似度に空間周波数が高い画像の類似性が反映される。すなわち、異色間類似度を用いて類似性の強弱を判定する際や、色彩に関する情報として異色間類似度を用いて補間処理対象の画素が属する局所的な領域における画像の特徴を抽出する際に、高周波部分の解像能力が効果的に引き出すことができる。そのため、類似性の強弱の判定精度を上げることができ、補間量の精度が高められる。

【0087】請求項10に記載の発明では、補間処理対象の画素と周辺部分との間で、類似性が強い方向の連続性を考慮しつつ、補間処理対象の画素の類似度を算出することができ、請求項11に記載の発明では、ノイズなどによって発生する類似性の誤判定を低減することができる。すなわち、請求項10および請求項11に記載の

発明では、類似性の強弱の判定精度を上げることができるので、補間量の精度が高められる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態および第2の実施形態に対応する電子カメラの機能ブロック図である。

【図2】第1の実施形態および第2の実施形態における画像データの色成分の配列を示す図である。

【図3】第1の実施形態における補間処理部の動作フローチャートである。

【図4】類似度成分の加重加算を説明する図である。

【図5】類似性の強弱を判定する処理の詳細を示すフローチャートであり。

【図6】類似度と類似性の強弱の関係を示す図である。

【図7】第2の実施形態における補間処理部17の動作フローチャートである。

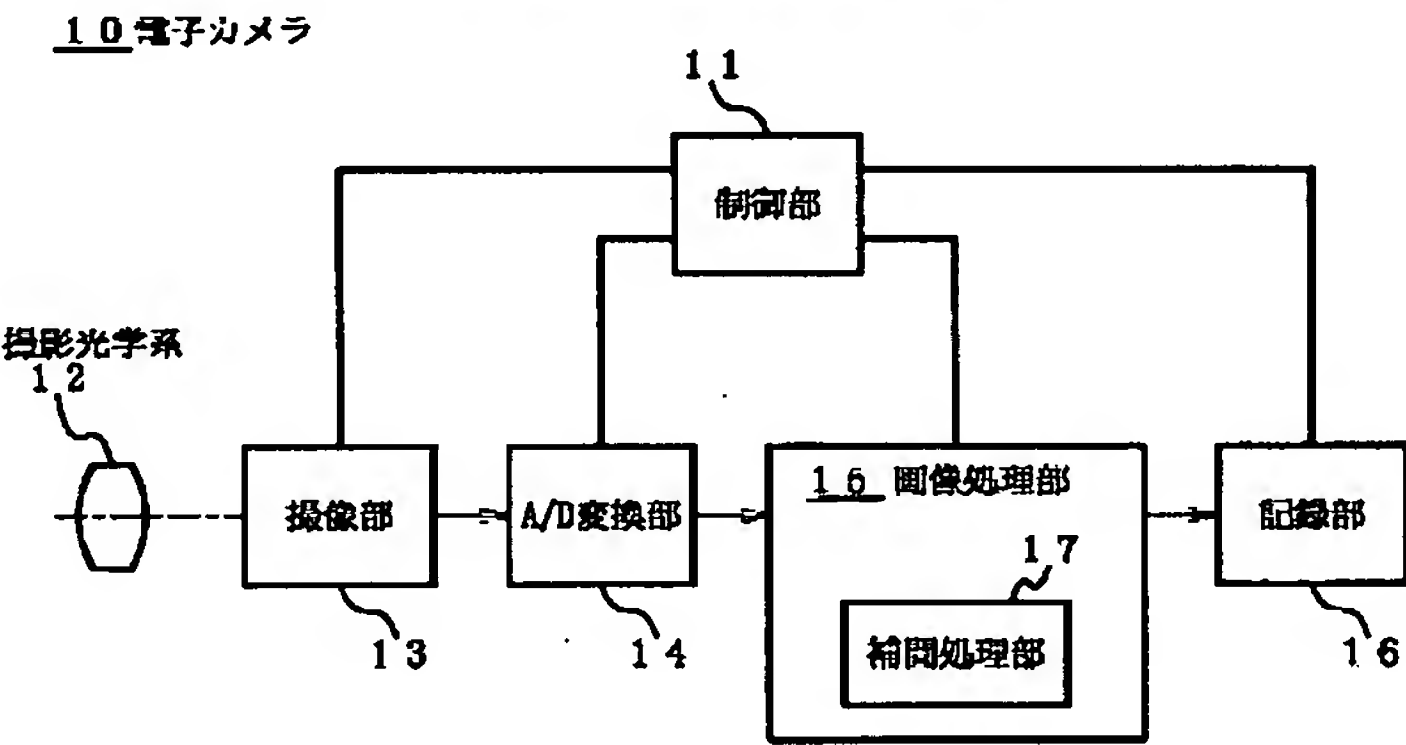
【図8】第3の実施形態の機能ブロック図である。

【符号の説明】

- 10、20 電子カメラ
- 11、21 制御部
- 12 撮影光学系
- 13 撮像部
- 14 A/D変換部
- 15、22 画像処理部
- 16 記録部
- 17 補間処理部
- 23、32 インタフェース部
- 30 パーソナルコンピュータ
- 31 CPU
- 33 ハードディスク
- 34 メモリ

【図1】

第1の実施形態および第2の実施形態に対応する電子カメラの機能ブロック図



【図2】

第1の実施形態および第2の実施形態における画像データの色成分の配列を示す図

座標[i,j]	i-3	i-2	i-1	i	i+1	i+2	i+3
j-3	B	G	B	G	B	G	B
j-2	G	R	G	R	G	R	G
j-1	B	G	B	G	B	G	B
j	G	R	G	R	G	R	G
j+1	B	G	B	G	B	G	B
j+2	G	R	G	R	G	R	G
j+3	B	G	B	G	B	G	B

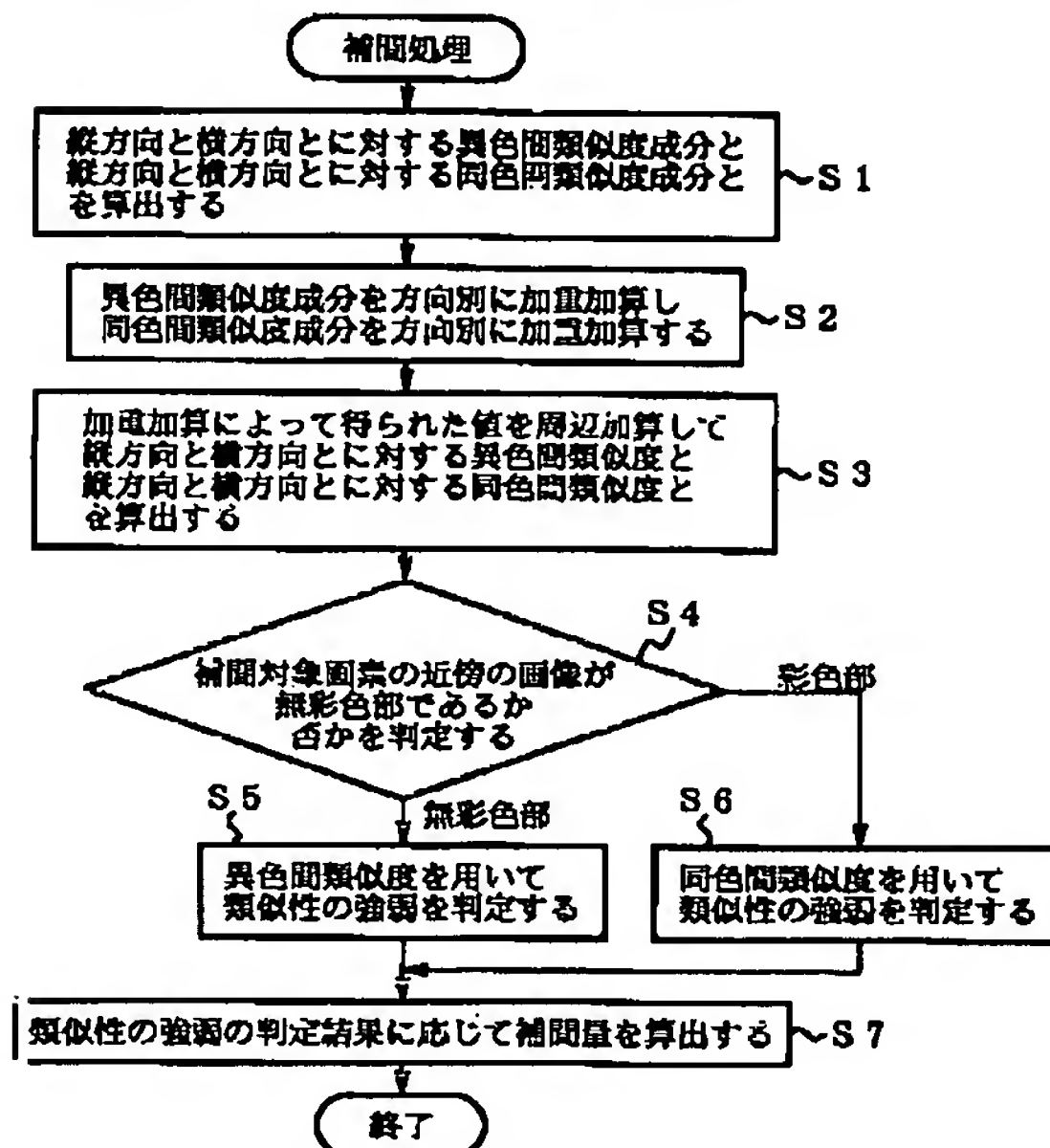
座標[i,j]	i-3	i-2	i-1	i	i+1	i+2	i+3
j-3	R	G	R	G	R	G	R
j-2	G	B	G	B	G	B	G
j-1	R	G	R	G	R	G	R
j	G	B	G	B	G	B	G
j+1	R	G	R	G	R	G	R
j+2	G	B	G	B	G	B	G
j+3	R	G	R	G	R	G	R

(1)

(2)

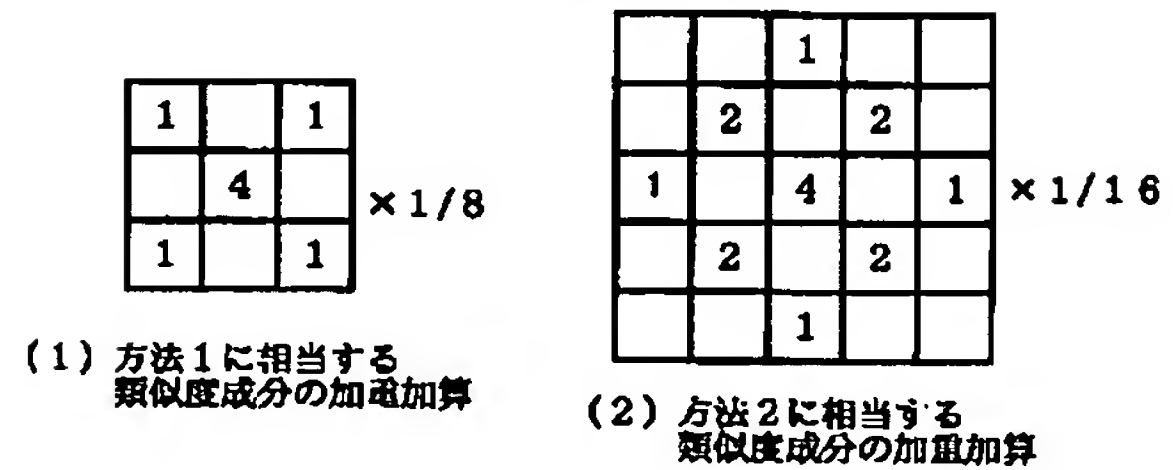
【図3】

第1の実施形態における補間処理部の動作フローチャート



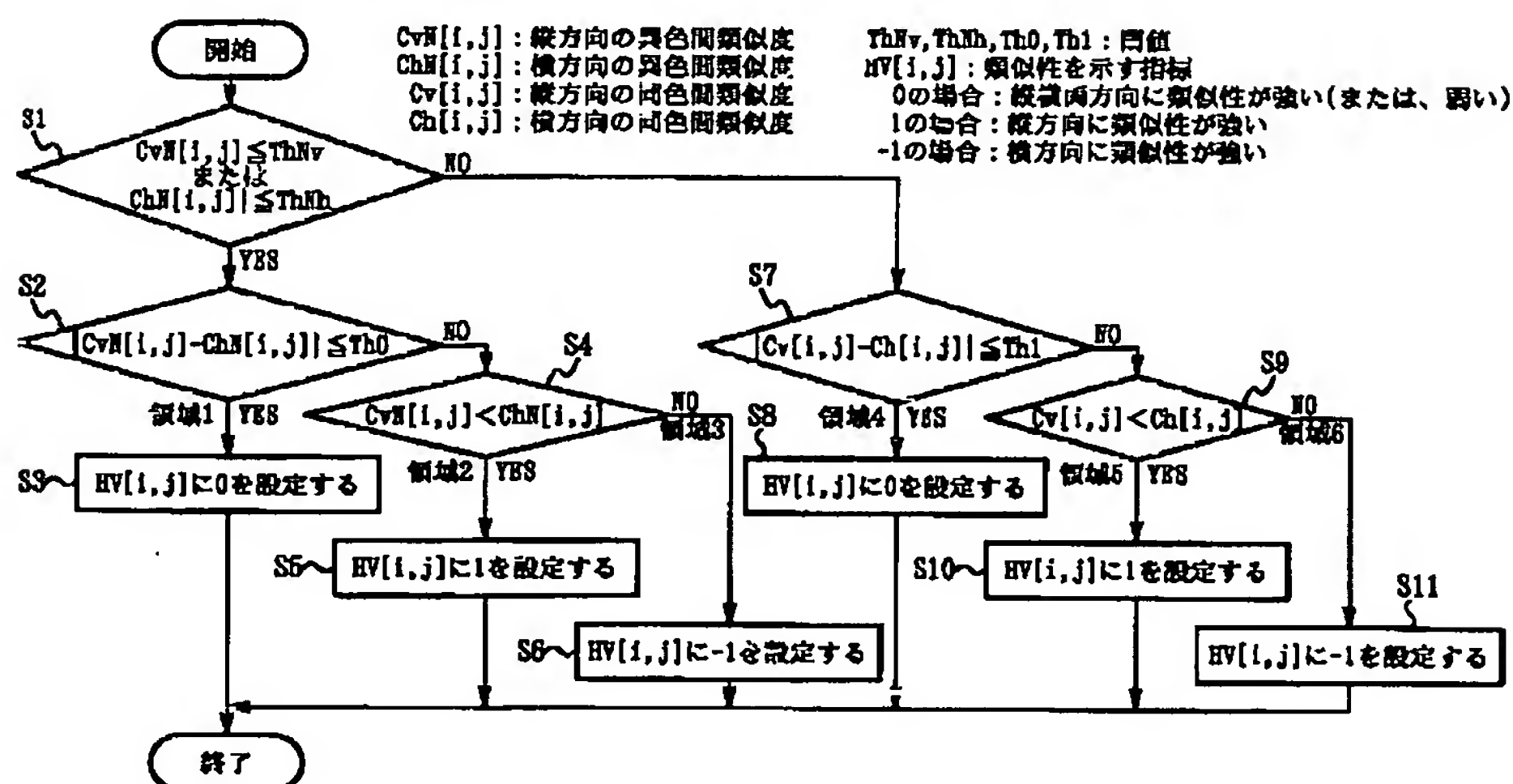
【図4】

類似度成分の加重加算を説明する図



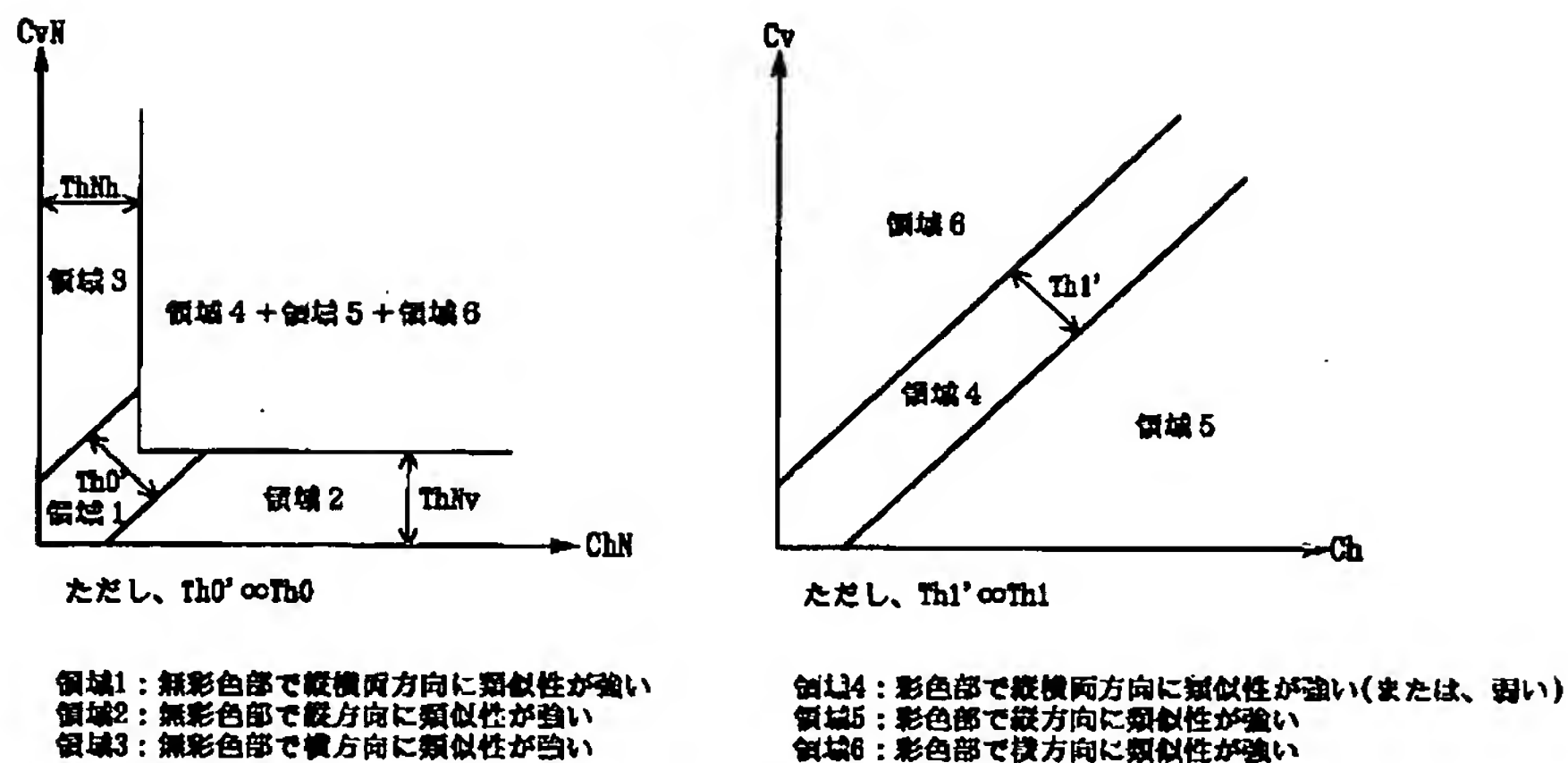
【図5】

類似性の強弱を判定する処理の詳細を示すフローチャート



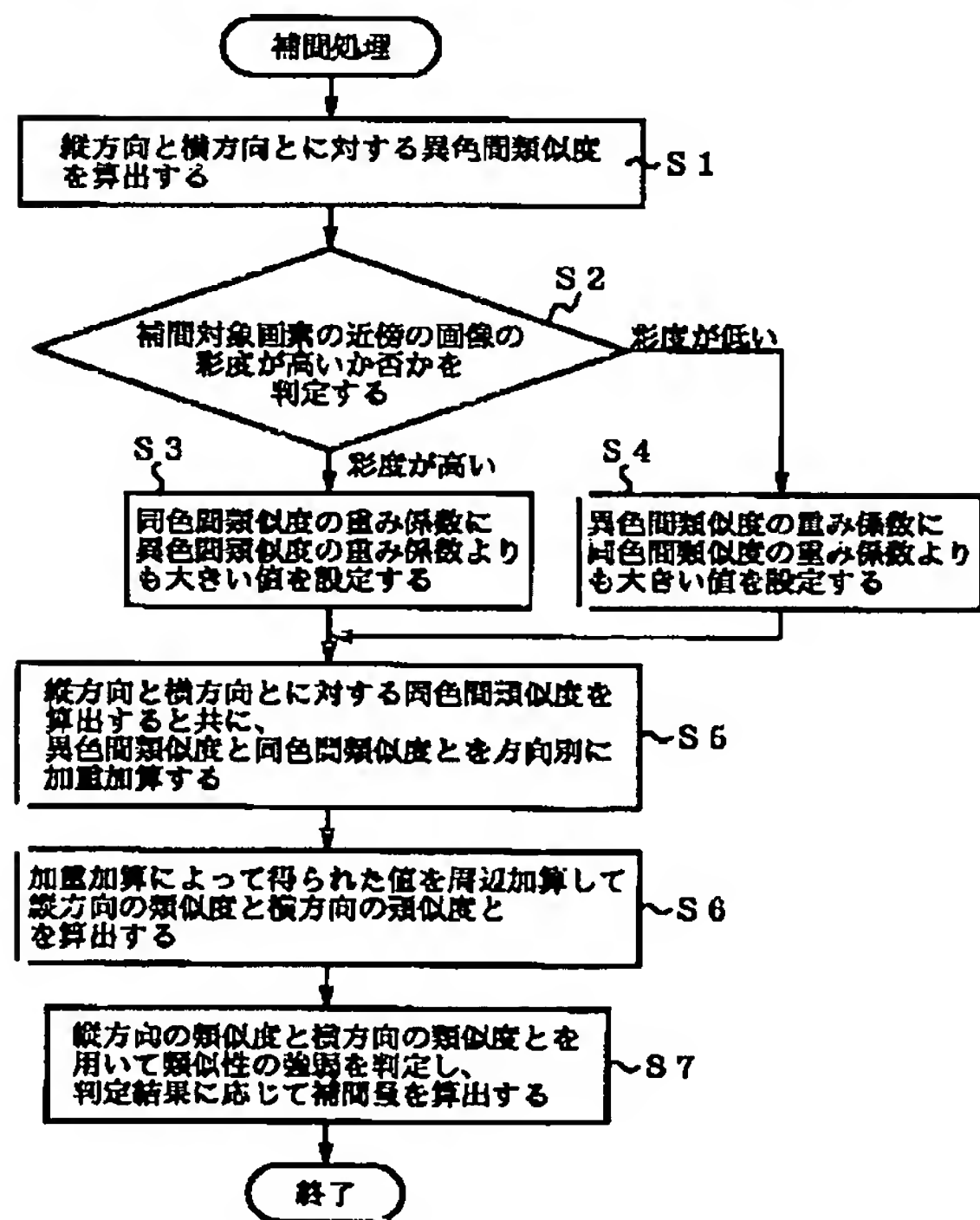
【図6】

類似度と類似性の強弱の関係を示す図



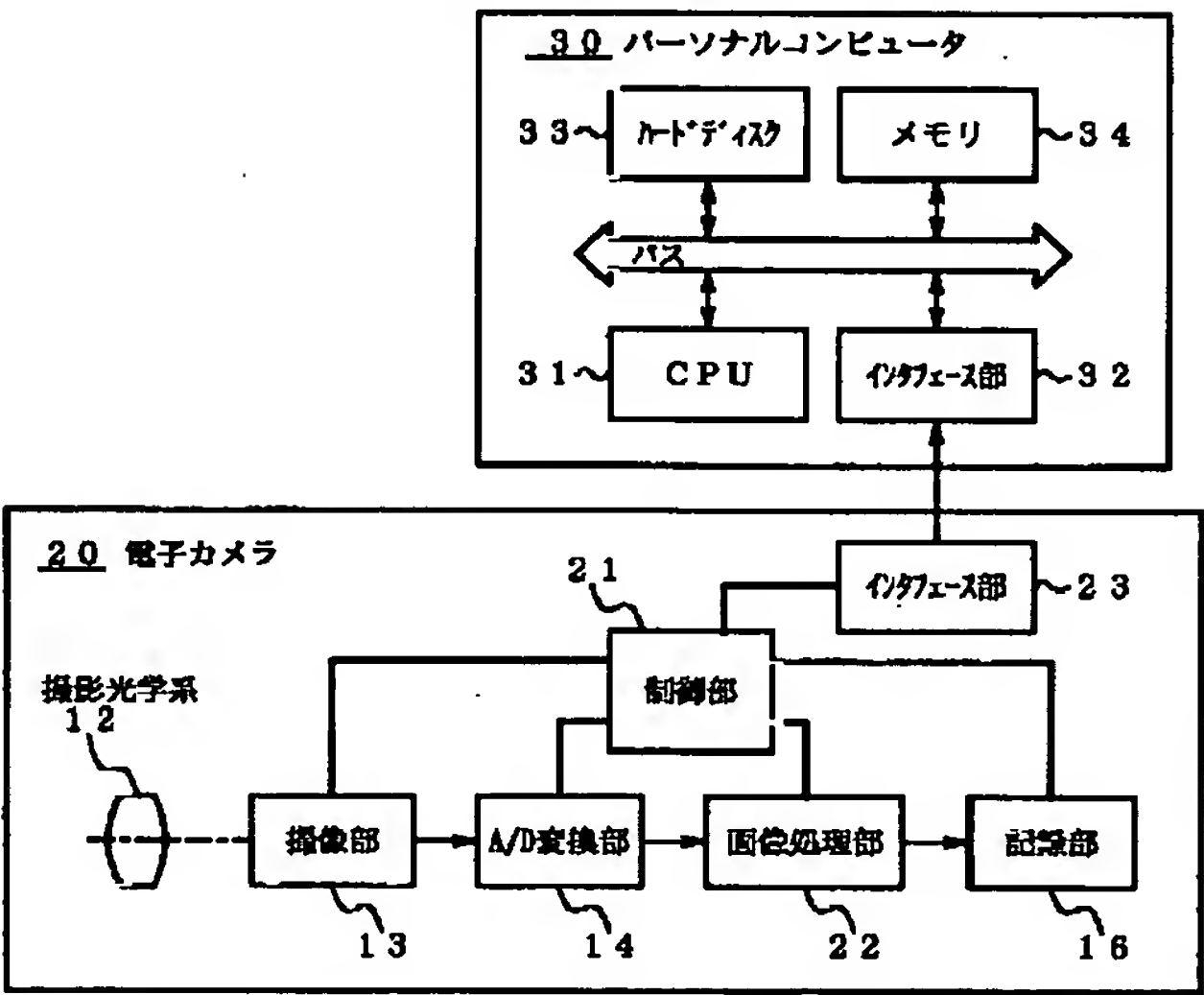
【図7】

第2の実施形態における補間処理部の動作フローチャート



【図8】

第3の実施形態における機能ブロック図



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
H O 4 N 1/60		H O 4 N 101:00	
1/46		1/40	D
// H O 4 N 101:00		1/46	Z

Fターム(参考) 5B047 AB04 BB04 DA06 DC09
5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01
CB08 CB12 CB16 CC03 CE17
DA17 DC25
5C065 AA03 BB13 CC01 CC08 CC09
DD02 DD17 EE05 EE06 GG13
GG18 GG22 GG32 GG49 HH04
5C077 MM03 MP08 PP32 PP47 PQ08
PQ12 PQ18 PQ20 RR19 TT09
5C079 HB01 LA01 LA02 LA28 LA31
LB01 MA11 NA01 NA29